

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 714 019 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
29.05.1996 Bulletin 1996/22

(51) Int Cl. G01M 3/24

(21) Numéro de dépôt: 95420325.3

(22) Date de dépôt: 22.11.1995

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL  
PT SE

- Chamant, Marc  
F-69290 Saint Genis les Ollières (FR)
- Millet, Joel  
F-38390 Montalieu-Vercleu (FR)

(30) Priorité: 22.11.1994 FR 9414241

(71) Demandeur: GAZ DE FRANCE (SERVICE  
NATIONAL)  
F-75017 Paris (FR)

(74) Mandataire: Thibault, Jean-Marc  
Cabinet Beau de Loménie  
51, Avenue Jean Jaurès  
B.P. 7073  
F-69301 Lyon Cédex 07 (FR)

(72) Inventeurs:

- Permy, Alfred  
F-92500 Rueil Malmaison (FR)

(54) Procédé et dispositif de détection et de localisation de fuites dans une conduite parcourue par un fluide.

(57) L'invention concerne un procédé de détection et de localisation d'une première source de bruit (1). Selon l'invention, le procédé consiste :

- à disposer, sur la conduite (A), des premier (4) et second (5) capteurs,
- à prélever les signaux électriques temporels ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ) délivrés respectivement par le premier et le second capteur, le signal ( $s_1(t)$ ), délivré par le premier capteur, et, respectivement, ( $s_2(t)$ ), délivré par le second capteur, étant la somme d'un signal ( $S_1$ ) émis par la première source de bruit (1), avec un retard donné ( $\tau_{11}$ ) pour atteindre le premier capteur (4) et, respectivement, un retard donné ( $\tau_{12}$ ) pour atteindre le second capteur (5), et d'un signal ( $S_2$ ) émis par une seconde source de bruit (2), avec un retard donné ( $\tau_{21}$ ) pour atteindre le premier capteur (4) et, respectivement, un retard donné ( $\tau_{22}$ ) pour atteindre le second capteur (5),
- à déterminer un estimateur de la fonction d'intercorrélation entre les signaux ( $S_1, S_2$ ),
- et à rechercher le couple de valeurs de distances ( $x_1^0, x_2^0$ ) séparant l'un des capteurs et les première et seconde sources de bruit, de façon que l'estimateur de la fonction d'intercorrélation soit minimisé.

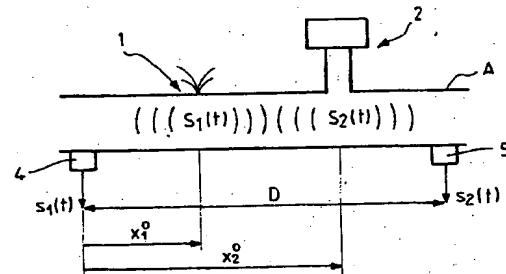


FIG. 1

EP 0 714 019 A1

**Description**

La présente invention se rapporte à la détection et à la localisation de sources de bruit, telles que des fuites dans une conduite parcourue par un fluide.

5 L'invention concerne, plus particulièrement, une méthode de localisation d'une fuite en présence d'une autre source sonore mettant en œuvre deux capteurs de vibrations ou d'ondes acoustiques montés, à distance l'un de l'autre, sur la canalisation.

L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine de la localisation de fuites dans des conduites de transport d'un fluide gazeux ou liquide.

10 Il est connu, dans l'état de la technique, de nombreuses méthodes pour localiser une fuite dans une conduite. Il est connu ainsi, par exemple, une méthode fondée sur la ressemblance entre deux signaux résultant du bruit de fuites et se propageant vers deux capteurs placés aux extrémités opposées du tronçon de conduite inspecté. A partir de la mesure de la différence du temps  $t_d$  de propagation du bruit de fuite vers les deux capteurs, dès lors que la vitesse  $V$  de propagation du bruit dans la conduite est déterminée, il est possible de déduire la distance  $d$  de la fuite par rapport à l'un des capteurs selon la relation :  $d = (D - V \cdot t_d)/2$ .

15 Pour déterminer la différence  $t_d$  du temps de propagation du bruit de fuite vers les deux capteurs, il est procédé au calcul des fonctions d'intercorrélation  $C_{XY}$  entre les signaux  $X$  et  $Y$  issus des deux capteurs. Lorsqu'une fonction d'intercorrélation  $C_{XY}$  présente un maximum pour le retard  $T_f$ , il peut être affirmé qu'une fuite existe en un point de la conduite inspectée et cette fuite peut être localisée facilement à partir de la différence  $t_d$  du temps de propagation du bruit de fuite qui correspond précisément au retard  $T_f$ .

20 Il s'avère que cette technique classique d'intercorrélation, reposant sur le traitement des retards de propagation entre les signaux, ne donne pas satisfaction en pratique. En effet, cette méthode, qui repose sur la prise en compte de l'aspect temporel lié aux signaux, présente l'inconvénient d'être particulièrement sensible, d'une part, aux bruits parasites survenant dans l'environnement des capteurs de mesure et, d'autre part, au mode de propagation du son dans la canalisation.

25 La présente invention vise donc à remédier aux inconvénients énoncés ci-dessus, en proposant une méthode permettant de détecter et de localiser des fuites dans une conduite, de façon précise et fiable et à un moindre coût.

Pour atteindre cet objectif, le procédé selon l'invention consiste :

30 - à disposer, sur la conduite, des premier et second capteurs de vibrations ou d'ondes acoustiques, séparés l'un de l'autre par une distance connue,

- à prélever les signaux électriques temporels délivrés respectivement par le premier et le second capteurs, le signal délivré par le premier capteur et, respectivement, délivré par le second capteur, étant la somme d'un signal émis par la première source de bruit avec un retard donné pour atteindre le premier capteur et, respectivement, un retard donné pour atteindre le second capteur, et d'un signal émis par une seconde source de bruit distante de la première source, avec un retard donné pour atteindre le premier capteur et, respectivement, un retard donné pour atteindre le second capteur,

35 - à déterminer un estimateur de la fonction d'intercorrélation entre les signaux émis par les première et seconde sources de bruit,

- et à rechercher le couple de valeurs de distances séparant l'un des capteurs et les première et seconde sources de bruit, de façon que l'estimateur de la fonction d'intercorrélation soit minimisé.

40 Un tel procédé, qui prend en compte aussi bien l'aspect énergétique que temporel des signaux, assure une localisation précise des fuites, même en présence de bruits parasites.

45 Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation de l'objet de l'invention.

La fig. 1 est une vue schématique montrant le principe du procédé selon l'invention.

La fig. 2 est un exemple de représentation de l'estimateur de la fonction d'intercorrélation permettant de visualiser la position des sources de bruit.

50 Les fig. 3 et 4 illustrent la forme de l'estimateur de la fonction d'intercorrélation considéré pour les deux positions des sources de bruit.

La fig. 5 est un schéma-bloc fonctionnel montrant un dispositif conçu pour mettre en œuvre le procédé de détection et de localisation conforme à l'invention.

55 Tel que cela ressort plus précisément de la fig. 1, le procédé selon l'invention vise à détecter et à localiser une première source de bruit 1, telle qu'une fuite, apparaissant sur une conduite ou une canalisation A de transport d'un fluide gazeux ou liquide. La technique selon l'invention consiste à localiser la fuite 1 en présence d'une seconde source sonore localisée 2. Pour des raisons de simplification, la seconde source sonore sera constituée, la plupart du temps, par un détendeur de la conduite dont la position est connue. Bien entendu, une seconde fuite, différente de la première,

peut constituer la seconde source sonore.

Le procédé consiste à disposer, sur la conduite A, des premier 4 et second 5 capteurs de vibrations ou d'ondes acoustiques, adaptés au fluide. Si le fluide est un liquide, les capteurs 4, 5 sont, de préférence, des capteurs de vibrations. En revanche, si le fluide est gazeux, les capteurs 4, 5 sont des capteurs de pression acoustique, tels que, par exemple, des microphones ou des hydrophones. Les capteurs 4 et 5 sont espacés l'un de l'autre d'une distance pré-déterminée D, la plus réduite possible et telle que le signal de fuite ne soit pas à un niveau inférieur à la sensibilité de l'appareil de mesure.

Les sources de bruit 1, 2 émettent chacune, respectivement, un signal sonore  $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$  évoluant au cours du temps. Le signal  $s_1(t)$ , mesuré par le premier capteur 4, correspond à la somme, d'une part, d'un signal  $S_1$  émis par la première source de bruit 1 avec un retard déterminé  $\tau_{11}$ , pour atteindre le premier capteur 4 et, d'autre part, un signal  $S_2$  émis par la seconde source de bruit 2, avec un retard déterminé  $\tau_{21}$ , pour atteindre le premier capteur 4. De la même façon, le signal  $s_2(t)$ , mesuré par le second capteur 5, est la somme de deux contributions sonores, à savoir un signal  $S_1$  émis par la première source de bruit 1 avec un retard déterminé  $\tau_{12}$  pour atteindre le second capteur 5 et d'un signal  $S_2$  émis par la seconde source de bruit 2, avec un retard déterminé  $\tau_{22}$  pour atteindre le second capteur 5.

En négligeant l'atténuation des ondes sonores se propageant le long de la conduite A, les signaux temporels  $s_1(t)$  et  $s_2(t)$ , mesurés, respectivement, par les capteurs 4, 5, peuvent être exprimés de la manière suivante :

$$\begin{cases} s_1(t) = S_1(t - \tau_{11}) + S_2(t - \tau_{21}) \\ s_2(t) = S_1(t - \tau_{12}) + S_2(t - \tau_{22}) \end{cases} \quad [1]$$

où  $\tau_{ij}$  est le retard du signal émis par la source i (avec  $i = 1 \text{ à } 2$ ) pour atteindre le capteur j (avec  $j = 1 \text{ à } 2$ ).

Dans la mesure où les deux sources sonores 1 et 2 sont indépendantes l'une de l'autre, les signaux  $S_1(t)$  et  $S_2(t)$  sont indépendants. L'hypothèse de décorrélation des sources de bruit 1 et 2 conduit à considérer que la fonction d'intercorrélation  $\Gamma_{S_1, S_2}$  entre les signaux  $S_1$  et  $S_2$  doit être nulle. Il convient donc de minimiser un estimateur de cette fonction d'intercorrélation qui dépend uniquement des distances  $x_1$  et  $x_2$  de chacune des sources de bruit 1, 2 par rapport à l'un des capteurs (par exemple le capteur 4 dans l'exemple illustré à la fig. 1). Les valeurs  $x_1^0$  et  $x_2^0$ , qui minimisent cet estimateur d'intercorrélation, donnent alors les positions des deux sources 1 et 2 par rapport au premier capteur 4.

La recherche du couple de valeur de distance  $x_1^0$  et  $x_2^0$  passe par un traitement numérique des signaux  $s_1(t)$  et  $s_2(t)$ . En utilisant la transformation de Fourier, le système d'équation [1] devient :

$$\begin{cases} \hat{s}_1(\omega) = e^{j\omega\tau_{11}} \cdot \hat{S}_1(\omega) + e^{j\omega\tau_{21}} \hat{S}_2(\omega) \\ \hat{s}_2(\omega) = e^{j\omega\tau_{12}} \cdot \hat{S}_1(\omega) + e^{j\omega\tau_{22}} \hat{S}_2(\omega) \end{cases} \quad [2]$$

où  $\omega$  est la pulsation et  $\hat{S}(\omega)$  est la transformée de Fourier de  $s(t)$ . A partir du système d'équation [2], il peut être déduit :

$$\begin{cases} \hat{S}_1(\omega) = \frac{\hat{s}_1(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau_{22}} - \hat{s}_2(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau_{21}}}{e^{j\omega(\tau_{11} + \tau_{22})} - e^{j\omega(\tau_{12} + \tau_{21})}} \\ \hat{S}_2(\omega) = \frac{\hat{s}_2(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau_{11}} - \hat{s}_1(\omega) \cdot e^{-j\omega\tau_{12}}}{e^{j\omega(\tau_{11} + \tau_{22})} - e^{j\omega(\tau_{12} + \tau_{21})}} \end{cases} \quad [3]$$

où  $\hat{S}(\omega)$  est la transformée de Fourier du signal  $S(t)$ .

Comme indiqué ci-dessus, l'hypothèse de décorrélation des sources sonores 1 et 2 conduit à une fonction d'intercorrélation des signaux  $S_1$ ,  $S_2$ , tel que :

$$[4] \quad \Gamma_{S_1, S_2}(\tau) = 0$$

quelles que soient les valeurs de  $\tau$ .

Or, la fonction d'intercorrélation peut être exprimée de la manière suivante :

$$[5] \quad \Gamma_{S_1, S_2}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{S}_1(\omega) \cdot \hat{S}_2^*(\omega) \cdot e^{+j\omega\tau} d\omega$$

En remplaçant  $\hat{S}_1$  et  $\hat{S}_2$ , dans l'équation [5] il peut être obtenu :

[6]

$$\Gamma_{s_1 s_2}(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{N(\omega)}{|D(\omega)|^2} d\omega$$

avec

[7]

$$N(\omega) = \left( -|\hat{s}_1(\omega)|^2 e^{j\omega(\tau_{12}-\tau_{22})} - |\hat{s}_2(\omega)|^2 e^{j\omega(\tau_{11}-\tau_{21})} + \hat{s}_1(\omega) \hat{s}_2^*(\omega) e^{j\omega(\tau_{11}-\tau_{22})} + \hat{s}_1^*(\omega) \hat{s}_2(\omega) e^{j\omega(\tau_{12}-\tau_{21})} \right) . e^{j\omega\tau}$$

et :

$$[8] |D(\omega)|^2 = 4 \sin^2 \frac{\omega}{2} (\tau_{11} + \tau_{22} - \tau_{12} - \tau_{21})$$

Il doit donc être recherché le couple  $x_1^0, x_2^0$  qui minimise la fonction d'intercorrélation  $\Gamma_{s_1, s_2}(\tau)$  exprimée par la formule [6]. Il convient ainsi de donner une estimation de la fonction d'intercorrélation  $\Gamma_{s_1, s_2}(\tau)$  pour déterminer ce couple de valeurs.

Une solution simplifiée, pour déterminer une estimation de la fonction d'intercorrélation  $\Gamma_{s_1, s_2}(\tau)$  consiste à considérer uniquement l'optimisation du numérateur  $N(\omega)$ . A partir des équations [6] et [7], il peut être déduit que cet estimateur ayant pour but de déterminer le couple de valeurs  $x_1^0, x_2^0$  s'exprime par la fonctionnelle dont l'expression est la suivante :

$$[9] -\Gamma_{s_1 s_1}(\tau + \tau_{12} - \tau_{22}) - \Gamma_{s_2 s_2}(\tau + \tau_{11} - \tau_{21}) + \Gamma_{s_1 s_2}(\tau + \tau_{11} - \tau_{22}) + \Gamma_{s_2 s_1}(\tau + \tau_{12} - \tau_{21})$$

Or, les retards des signaux ont l'expression suivante :

[10]

$$\begin{cases} \tau_{11} = \frac{x_1}{C_0} : \tau_{21} = \frac{x_2}{C_0} \\ \tau_{12} = \frac{D - x_1}{C_0} : \tau_{22} = \frac{D - x_2}{C_0} \end{cases}$$

avec  $C_0$  = vitesse du signal dans la canalisation.

La fonctionnelle à minimiser par rapport à  $x_1, x_2$  est donc :

[11]

$$f_\tau(x_1, x_2) = \Gamma_{s_1 s_1} \left( \tau + \frac{x_2 - x_1}{C_0} \right) + \Gamma_{s_2 s_2} \left( \tau + \frac{x_1 - x_2}{C_0} \right) - \Gamma_{s_1 s_2} \left( \tau + \frac{x_1 + x_2 - D}{C_0} \right) - \Gamma_{s_2 s_1} \left( \tau + \frac{D - x_1 - x_2}{C_0} \right)$$

Il convient donc de déterminer les signaux d'autocorrélation  $\Gamma_{s_1, s_1}, \Gamma_{s_2, s_2}$  et les signaux d'intercorrélation  $\Gamma_{s_1, s_2}$  et  $\Gamma_{s_2, s_1}$ . L'opération de minimisation consiste à choisir la valeur minimale de la norme choisie pour  $f_\tau(x_1, x_2)$ , c'est-à-dire, par exemple, la valeur maximale de la valeur absolue de  $f_\tau(x_1, x_2)$  sur l'ensemble des retards  $\tau$ . Le calcul est effectué pour  $N_1$  valeurs de la distance  $x_1$  et  $N_2$  valeurs de la distance  $x_2$ , telle que  $0 \leq x_1 \leq D$  et  $x_1 \leq x_2 \leq D$ .

A titre d'exemple, il peut être prévu de présenter la fonctionnelle  $f$  (norme de  $f_\tau$ ) sous la forme d'une image en niveau de gris, tel que cela apparaît à la fig. 2. Dans l'exemple illustré, il ressort que la distance  $x_1^0$  de la fuite 1 par rapport au capteur 4 est égale à 2 mètres, tandis que la distance  $x_2^0$  de la fuite 2 par rapport au capteur 4 est de 4 mètres.

Une coupe de la fonctionnelle pour  $x_1 = 2$  m (fig. 3), et respectivement pour  $x_2 = 4$  m (fig. 4), permet de faire apparaître les distances  $x_2^0, x_1^0$  des sources sonores par rapport au capteur 4, à savoir respectivement 4 m et 2 m.

A titre d'exemple, la fig. 5 illustre un schéma-bloc fonctionnel permettant la mise en œuvre du procédé décrit ci-dessus. Les capteurs sonores 4, 5 sont connectés à une unité de traitement 7 des signaux  $s_1(t), s_2(t)$ . L'unité 7 comprend, en entrée, un étage 8 d'amplification et de filtrage des signaux  $s_1(t), s_2(t)$ . De préférence, les signaux sont filtrés par un filtre passe-bas ayant pour fréquence de coupure la première fréquence de coupure de la conduite. L'étage d'amplification et de filtrage 8 est connecté à un circuit 9 d'acquisition et de numérisation des signaux  $s_1, s_2$ , à une fréquence d'échantillonnage  $F_e$  au moins égale à deux fois la fréquence maximale contenue dans  $s_1$  et  $s_2$ , cette fréquence pouvant être la fréquence de coupure précédente.

EP 0 714 019 A1

Le circuit d'acquisition 9 est relié à des moyens 10 de traitement numérique des signaux  $s_1, s_2$  selon la méthode conforme à l'invention et fondée sur l'indépendance statistique de deux sources de bruit. Les moyens de traitement 10 sont reliés à des moyens 11 de représentation ou de visualisation de l'estimateur de la fonction d'intercorrélation, par exemple, sous la forme d'une image en niveau de gris.

5 L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

**Revendications**

10 1. Procédé de détection et de localisation d'une première source de bruit (1), telle qu'une fuite dans une conduite (A) parcourue par un fluide, caractérisé en ce qu'il consiste :

- 15 - à disposer, sur la conduite (A), des premier (4) et second (5) capteurs de vibrations ou d'ondes acoustiques, séparés l'un de l'autre par une distance connue (D),
- à prélever les signaux électriques temporels ( $s_1(t), s_2(t)$ ) délivrés respectivement par le premier et le second capteur, le signal ( $s_1(t)$ ), délivré par le premier capteur, et, respectivement, ( $s_2(t)$ ), délivré par le second capteur, étant la somme d'un signal ( $S_1$ ) émis par la première source de bruit (1) avec un retard donné ( $\tau_{11}$ ) pour atteindre le premier capteur (4) et, respectivement, un retard donné ( $\tau_{12}$ ) pour atteindre le second capteur (5), et d'un signal ( $S_2$ ) émis par une seconde source de bruit (2) distante de la première source, avec un retard donné ( $\tau_{21}$ ) pour atteindre le premier capteur (4) et, respectivement, un retard donné ( $\tau_{22}$ ) pour atteindre le second capteur (5),
- à déterminer un estimateur de la fonction d'intercorrélation entre les signaux ( $S_1, S_2$ ) émis par les première et seconde sources de bruit,
- et à rechercher le couple de valeurs de distances ( $x_1^0, x_2^0$ ) séparant l'un des capteurs et les première et seconde sources de bruit, de façon que l'estimateur de la fonction d'intercorrélation soit minimisé.

25 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste :

- 30 - à réaliser, pour déterminer un estimateur de la fonction d'intercorrélation, entre les signaux ( $S_1, S_2$ ) émis par les première et seconde sources de bruit :
  - une autocorrélation ( $\Gamma_{S1, S1}, \Gamma_{S2, S2}$ ) pour chacun des signaux ( $s_1(t), s_2(t)$ ) délivrés par les premier et second capteurs,
  - et une intercorrélation ( $\Gamma_{S1, S2}, \Gamma_{S2, S1}$ ) entre les signaux ( $s_1(t), s_2(t)$ ) délivrés par les premier et second capteurs,
- 35 - et à rechercher le couple de valeurs de distances ( $x_1^0, x_2^0$ ) séparant l'un des capteurs et les première et seconde sources de bruit, de façon à minimiser, quel que soit le retard ( $\tau$ ), le signal représentatif de la fonctionnelle suivante :

$$f_\tau(x_1, x_2) = \Gamma_{S1, S1} \left( \tau + \frac{x_2 - x_1}{C_0} \right) + \Gamma_{S2, S2} \left( \tau + \frac{x_1 - x_2}{C_0} \right) \\ - \Gamma_{S1, S2} \left( \tau + \frac{x_1 + x_2 - D}{C_0} \right) - \Gamma_{S2, S1} \left( \tau + \frac{D - x_1 - x_2}{C_0} \right)$$

45 50 avec  $C_0$ , la célérité des ondes acoustiques.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il consiste, à partir de la norme du signal représentatif de la fonctionnelle de retard, à déterminer un signal représentatif d'une fonctionnelle pour un couple  $N_1, N_2$  de valeurs de distances ( $x_1, x_2$ ), respectivement, séparant l'un des capteurs et les première et seconde sources de bruit avec  $0 \leq x_1 \leq D$  et  $x_1 \leq x_2 \leq D$ .

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il consiste à rechercher le minimum du signal représentatif

**EP 0 714 019 A1**

de la fonctionnelle  $f(x_1, x_2)$ , afin de déterminer le couple des valeurs de distances entre l'un des capteurs et les sources de bruit.

5. Dispositif de détection et de localisation de fuites dans une conduite (A) parcourue par un fluide, comprenant des premier (4) et second (5) capteurs de vibrations ou d'ondes acoustiques, séparés l'un de l'autre d'une distance connue (D), et une unité de traitement (7) des signaux ( $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ) délivrés par les capteurs, caractérisé en ce que l'unité de traitement (7) comporte :

10 - des moyens permettant de décomposer le signal ( $s_1(t)$ ) délivré par le premier capteur et, respectivement, le signal ( $s_2(t)$ ) délivré par le second capteur, d'une part, en un premier signal ( $S_1$ ) émis par la première source de bruit avec un retard déterminé ( $\tau_{11}$ ) pour atteindre le premier capteur et, respectivement, un retard ( $\tau_{12}$ ) pour atteindre le second capteur et, d'autre part, en un signal ( $S_2$ ) émis par une seconde source de bruit distante de la première source, avec un retard déterminé ( $\tau_{21}$ ) pour atteindre le premier capteur et, respectivement, un retard ( $\tau_{22}$ ) pour atteindre le second capteur,

15 - des moyens de calcul adaptés pour déterminer un estimateur de la fonction d'intercorrélation entre les signaux ( $S_1$ ,  $S_2$ ) émis par les première et seconde sources de bruit,

- et des moyens de minimisation de l'estimateur de la fonction d'intercorrélation, de façon à déterminer un couple de valeurs de distance ( $x_1^0$ ,  $x_2^0$ ) séparant l'un des capteurs et les première et seconde sources de bruit.

20 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'unité de traitement (7) comporte des moyens (11) de représentation du signal d'intercorrélation sous la forme d'une image en niveau de gris.

25

30

35

40

45

50

55

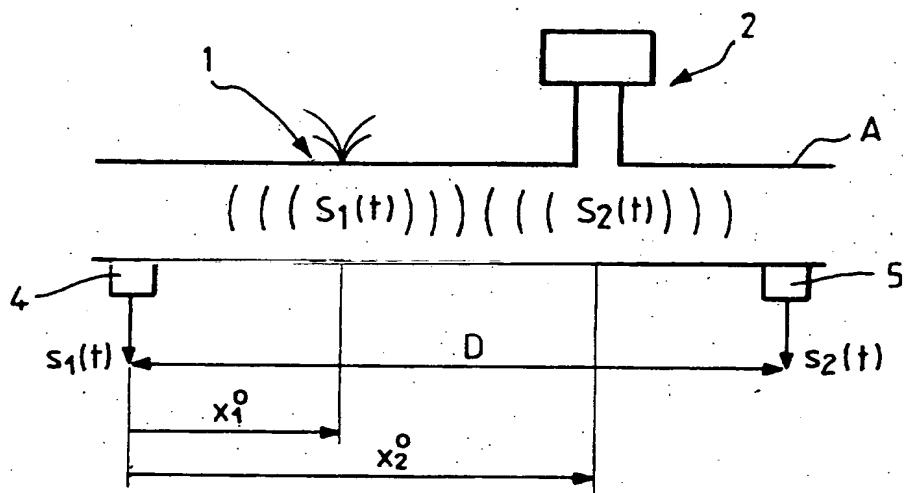


FIG.1

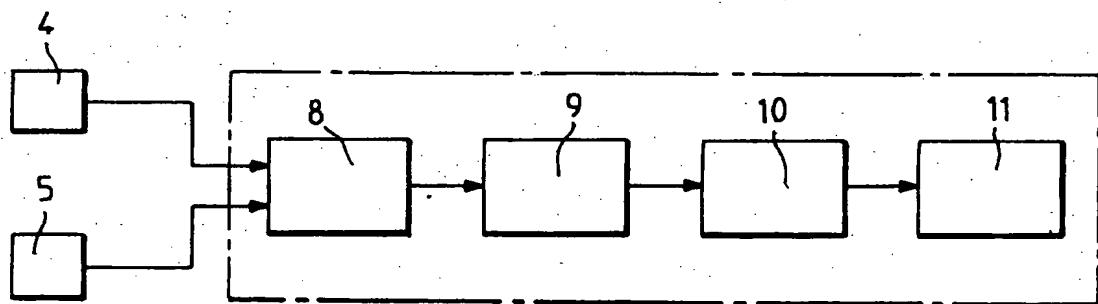


FIG.5

EP 0 714 019 A1

BEST AVAILABLE COPY

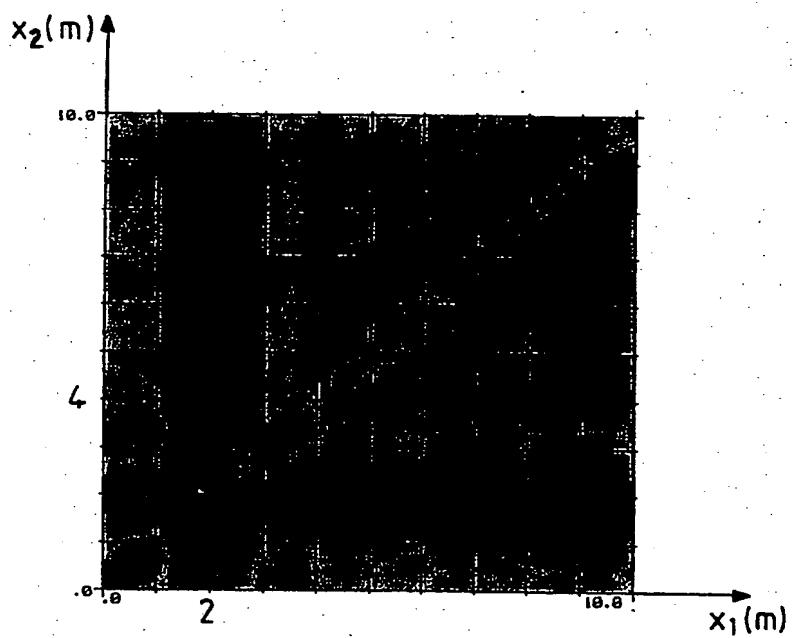


FIG. 2

EP 0 714 019 A1

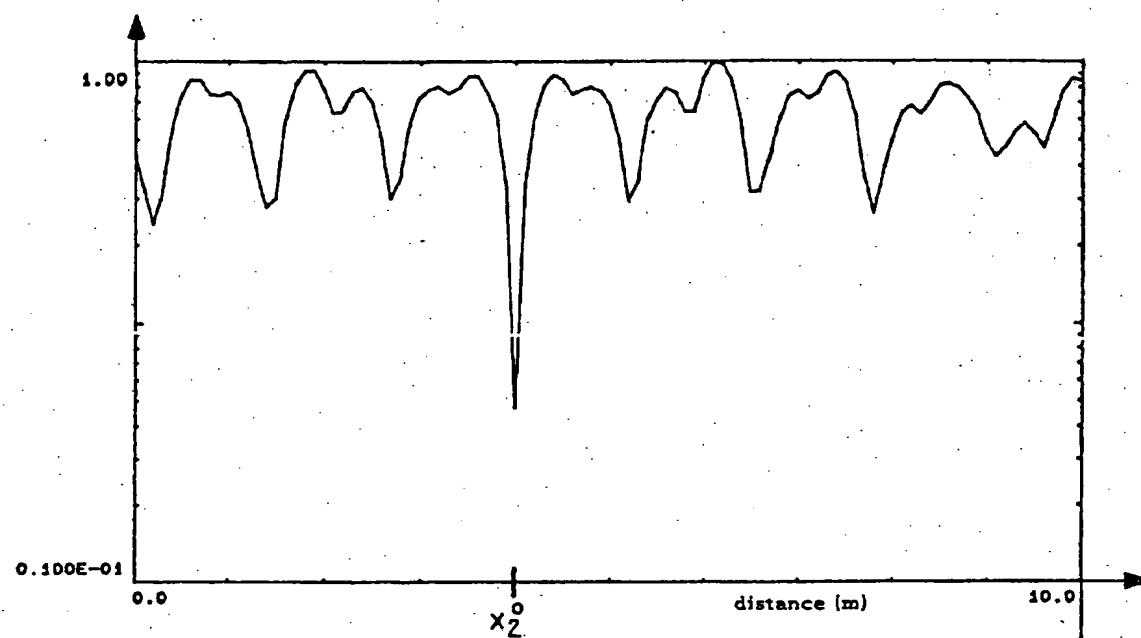


FIG. 3

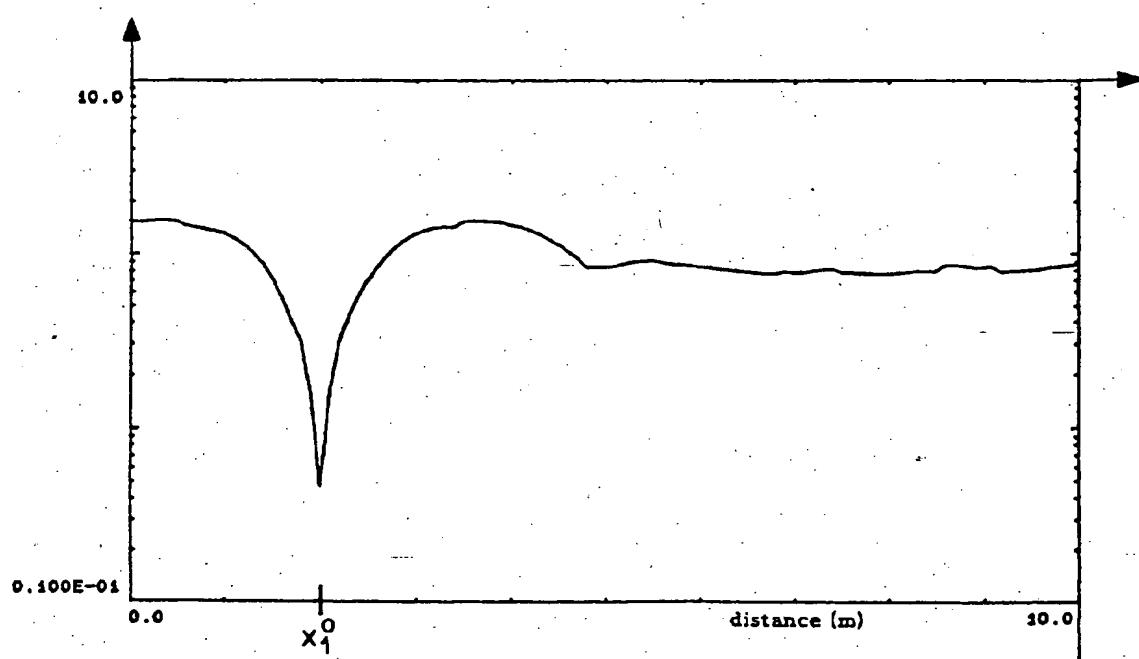


FIG. 4



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 95 42 0325

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Catégorie   | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes   | Revendication concernée   | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)                               |
| A   | DE-C-36 07 913 (FRAUENHOFER- GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG EV.)<br>* colonne 3, ligne 27 - ligne 67 *   | 1   | G01M3/24  |
| A   | TECHNISCHES MESSEN,<br>vol. 55, no. 7-8, 1988 MÜNCHEN, DE,<br>pages 279-285, XP 000026937<br>H.SCHWARZ 'Rechnergestütztes Messsystem<br>zur automatisierten Rohrnetzüberwachung<br>und Lecksuche' | 1   | -----<br><br>DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int.Cl.6)<br>G01M |
| <p><b>Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</b></p>  |   |   |   |
| Lieu de la recherche  | Date d'achèvement de la recherche   | Examinateur   |   |
| LA HAYE   | 29 Mars 1996  | Zafiropoulos, N   |   |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES   |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>I : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |   |   |   |